国家核与辐射安全监管技术研发基地建设项目 BIM 技术应用

鞠　竹　丁益民　李松伟　刘子贤　贺斌山

（中国建筑一局（集团）有限公司，北京　102400）

【摘　要】项目采用 BIM 5D 技术，以 BIM 平台为核心，集成土建、机电、钢结构、幕墙等各专业模型，并以集成模型为载体，关联施工过程中的进度、合同、成本、质量、安全、物料等信息，利用 BIM 模型的形象直观、可计算分析的特性，为项目的进度、成本管控、物料管理等提供数据支撑。BIM 技术在本项目的应用主要在施工阶段，包括场地模拟、方案模拟、可视化技术交底、施工模拟、进度校核、物资提量、合约规划、三算对比、过程提量、质量安全等，将 BIM 技术贯穿施工管理全过程中，协助管理人员有效决策和精细管理，从而达到减少施工变更，缩短工期、控制成本、提升质量的目的。

【关键词】核工业；BIM 5D；施工管理
【中图分类号】TU17　【文献标识码】A　【文章编号】1674 －7461(2017)03 －0069 －05
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11 －5823/tu.2017.03.12

1　工程概况

1.1　项目简介

国家核与辐射安全监管技术研发基地建设项目位于房山区长阳镇中核北京科技园，占地 14.57 万 m^2，总建筑面积 16.2 万 m^2。基地建成后将成为集法规标准制定、核安全审评验证、核应急及反恐、辐射监测、核安全监督五大功能于一体的我国核与辐射安全监管能力核心战略基地，进一步提高现有核与辐射安全监管能力、完善核安全审评验证手段、促进安全监管技术研发以及提升核与辐射事故应急响应能力和加强交流培训与国际合作。同时，本项目能够大力提升房山区科技创新能力和综合竞争力，推动我国核与辐射安全监管事业更好更快发展。项目整体如图 1 所示。



图 1　项目整体



图 2　一期项目建筑模型

基地一期项目目标为创中国建筑工程“鲁班奖”。项目占地面积 52 402m^2，总建筑面积 94 937m^2，由 1#实验楼、2#实验楼及综合业务楼、3#动力中心组成、综合管廊组成，其中，1#实验楼包括 A、B、C 三个独立的功能区组成，局部地下一层，地

【作者简介】　鞠竹(1985－)，女，工程师，项目 BIM 负责人，主要研究方向：火灾动力学、BIM 技术在项目管理中的应用。

上一层，建筑高度 24.9m，建筑面积 30 329m^2；2#实验及综合楼地下三层，地上包括 4 层裙楼和 2 个塔楼，北塔楼为实验室，共 12 层，结构高度 56.8m，南塔楼为综合业务楼，共 14 层，结构高度 56.8m，建筑面积 62 726m^2；3#动力中心地下一层，地上一层，建筑面积 1 882m^2。建筑模型如图 2 所示。

1.2 工程特点和难点

本工程属于核工业建筑，对工程质量要求极高，采用 BIM 5D 技术，以 BIM 平台为核心，集成土建、机电、钢结构、幕墙等各专业模型，并以集成模型为载体，关联施工过程中的进度、合同、成本、质量、安全、物料等信息，利用 BIM 模型的形象直观、可计算分析的特性，为项目的进度、成本管控、物料管理等提供数据支撑。

本工程地下管廊起到连接Ⅰ段 A、B、C 实验楼，Ⅱ段实验及综合业务楼，Ⅲ段动力中心的全部给排水、空调水管的作用，内部管线错综复杂。

2 BIM 组织与应用环境

2.1 BIM 应用目标

BIM 技术在本项目的应用主要在施工阶段，包括场地模拟、方案模拟、可视化技术交底、施工模拟、进度校核、物资提量、合约规划、三算对比、过程提量、质量安全等，将 BIM 技术贯穿施工管理全过程中，协助管理人员有效决策和精细管理，从而达到减少施工变更，缩短工期、控制成本、提升质量的目的。

2.2 实施方案

在本项目实施开始前，先行制定了完整的 BIM 实施方案。

2.3 团队组织

为了更好的发挥 BIM 技术在施工管理中的作用，借鉴公司 BIM 技术应用成功的项目经验，公司 BIM 中心带领项目 BIM 团队开展 BIM 技术在施工生产中的全面应用。

2.4 应用措施

为实现 BIM 指导施工，公司编制了一系列 BIM 相关标准，在命名、颜色、深度、存储、协同、交付各方面加以指导，项目各参与专业严格遵照标准内容进行三维协同设计。

2.5 软硬件环境

表 1 软件环境

Autodesk Revit	广联达土建算量
Autodesk Navisworks	广联达钢筋算量
天宝 Tekla	广联达 BIM 5D
	MagiCAD

表 2 硬件环境

硬件名称	配置		数量
建模电脑	CPU	I7-4790K	4
	显卡	GeForce GTX 970	
	内存	32G	
	硬盘	2TB	
	固态硬盘	120G	
服务器	内存	64G	1

3 BIM 应用

3.1 BIM 模型创建

项目 BIM 模型基于 Revit 平台进行创建，模型深度等级为不低于 LOD 400。土建和机电模型分别如图 3、4 所示。在模型创建过程中共计发现图纸问题 325 条，其中建筑图纸问题 45 条，结构图纸问题 167 条，机电图纸问题 113 条，为图纸会审提供了有效的技术支持。

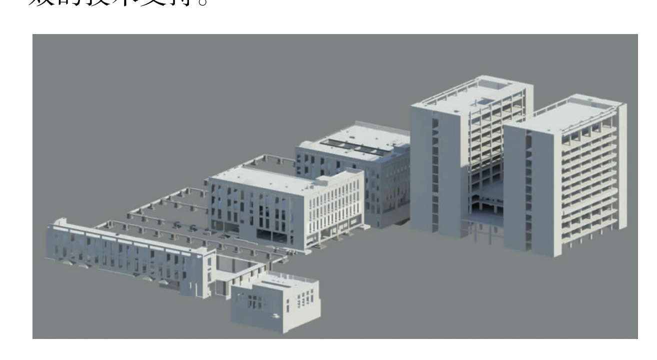


图 3 土建结构模型

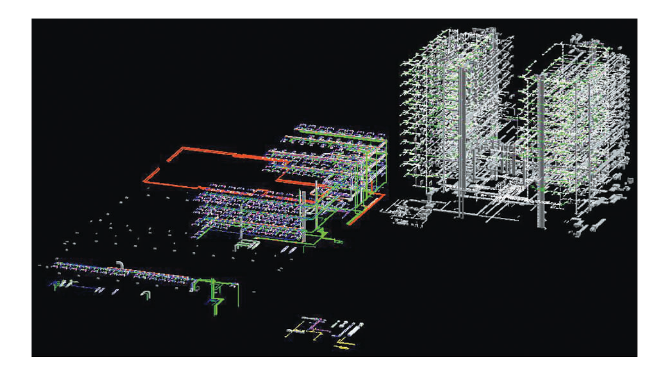


图 4 机电模型


(a)基础施工阶段


(b)2#楼主体结构阶段


(c)2#楼装饰装修阶段

图 5　各阶段场地布置模拟

3.2　场地模拟

项目现场施工场地狭窄,给现场施工组织带来很大的困难。利用 Revit 协助优化场地方案,直观展示场布效果,辅助解决了施工分段、组织材料进场、平面布置等问题。各阶段的场地布置如图 5 所示。

3.3　深化设计

(1)碰撞检查

本项目属于工业类项目,管线密集,错综复杂,通过碰撞检查共计检测出碰撞点 6 300 余处。根据碰撞检查报告及反馈的流程,将检查出的问题形成碰撞检查报告提交设计院进行核查修改,此项工作,节约后期返工、变更等成本近 100 万。经过碰撞检查和深化设计之后的综合管廊如图 6 所示。

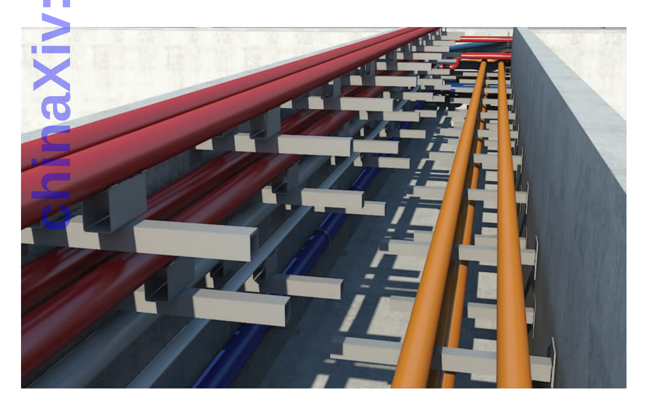


图 6　综合管廊深化设计

(2)预留洞口深化设计

项目采用 MagiCAD 进行预留孔洞的设置,如图 7 所示。通过 BIM 技术三维可视化的优越性进行机电管综排布、管井深化设计以及参数化预留孔洞设置,在保证施工一次成型率的同时,大大降低了工作量。

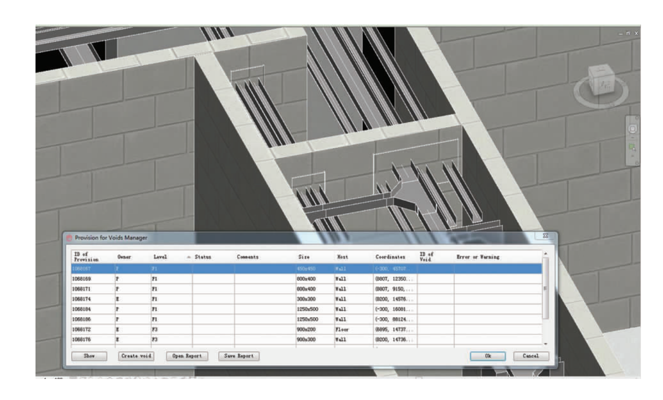


图 7　预留洞口深化

(3)复杂钢结构节点深化

利用 Tekla 进行钢结构建模,本工程钢结构用量约 2 400 吨,构件形式多,柱脚、梁柱节点、梁梁节点、支撑与钢柱及屋架节点复杂,格构柱及钢屋架制作工艺复杂,精度要求高。

3.4　可视化技术交底

按照各项 BIM 建模标准完成各专业模型的创建以后,就可以通过 BIM 软件进行模型的三维浏览展示。BIM 模型提供了便捷的三维模型浏览功能,可按楼层、按专业多角度进行组合检查,可以在模型中任意点击构件查看其类型、材质、体积等属性信息。不同于传统的二维图纸和文档方式,通过三维模型可以更加直观地完成技术交底和方案交底,提高项目人员沟通效率和交底效果。项目部对全体人员进行可视化交底情况如图 8 所示。

利用三维模型或者动画形式配合方案交底,使项目管理人员和分包更好地理解施工图纸、设计意图以及质量管理要点,使交底更加形象逼真、直观易懂。对更好地控制现场施工质量,以及实现“鲁班奖”的质量目标具有重要指导意义。

3.5　质量安全

在 BIM 5D 平台中,根据制定的质安检查点及检查方案,如果发现问题,在模型上标记问题并制定整改措施,记录后进行跟踪,直至问题得到整改。

质安管理流程可以分为问题记录、问题发布、


(a)整体模型交底


(b)2#楼可视化交底

图8　可视化技术交底


图9　BIM 5D 进度模型

认领整改、跟踪关闭4个阶段:

(1)问题记录。现场发现问题后通过移动端进行拍照、录音,并在模型中进行定位,记录具体问题内容,并上传至服务器。

(2)问题发布。记录的问题通过服务器进行汇总后在项目BIM模型中进行标识,并对具体问题进行汇总分析,通过图标等形式进行发布,方便管理人员实时了解项目质量安全状态并进行整体把控。

(3)认领整改。现场发现的问题在项目例会中指定责任人、整改人,实现发现问题的分派处理。

(4)跟踪关闭。问题妥善处理以后,在系统中更新状态并关闭,项目实施过程中可随时对问题进行追溯查询。

3.6　进度模拟

项目基于广联达BIM 5D平台开展4D施工模拟,如图9所示。将BIM模型与项目施工进度计划、成本数据进行有效关联,并对施工组织过程、施工进度计划、施工现场工况进行形象化展示、合理性分析,并以进度为主线提供项目参与各方所需的数据,为管理决策提供支撑。

4D施工进度动态模拟让项目管理人员在施工之前提前预测项目建造过程中每个关键节点的施工现场布置、大型机械及措施布置方案,提前发现问题并进行优化。

3.7　商务管理

(1)物资提量:BIM5D提供按照流水段、进度计划、时间、楼层、构件等丰富的物资量统计功能,并提供施工常用物资需用计划表,为物资采购、限额领料提供准确数据支撑;

(2)合约规划:合约规划,细致分析收入合同的工料机,进行分包费用规划,将成本控制在项目的源头;

(3)三算对比:分阶段将项目的收入、项目成本、实际成本进行对比分析,便于找出项目支出的问题,控制项目成本;

(4)过程提量:BIM5D提供按照流水段、进度计划、时间、楼层、构件等丰富的工程量统计功能,满足定期甲方报量、分包审核的应用需求。

4 应用效果

(1)通过对 I#实验楼杯基模板的形式进行优化,确定木模配合人工支拆的施工方法,减少返工费用约 20 万;

(2)对 I#楼 3 栋钢结构厂房的吊装顺序进行分析比较,保证吊装方案的经济性和工期合理性达到最优;

(3)通过 BIM 5D 平台进行进度控制,在工期出现或可能出现滞后时,及时提醒,管理人员对应做出调整,保证工程整体进度符合要求;

(4)工长在算量过程中,结合 BIM 5D 平台的物资提量,保证进场材料量的准确合理。

5 总结

5.1 创新点

(1)基于企业族库,利用 Revit 进行施工现场场地布置,按照施工阶段进行分别设计和模拟,保证现场布置紧凑合理;

(2)利用 MagiCAD 软件进行管线支吊架和预留孔洞的设置,方便快捷,减少现场返工率,节约项目成本;

(3)采用 BIM 5D 平台,开展现场施工管理,实现了真正意义上的 BIM 指导施工,为项目增值创效。

5.2 经验教训

(1)充分做好前期组织与策划,依据企业 BIM 标准和项目自身的实际情况,建立项目 BIM 建模标准,统一建模模板。

(2)建立企业级族库,为项目模型创建提供技术支持,加快项目建模效率。

参考文献

[1] Xianbo Zhao, A Scientometric Review of Global BIM Research: Analysis and Visualization, Automation in Construction, 2017.

[2] 何关培. 施工企业 BIM 应用技术路线分析[J]. 工程管理学报,2014(2).

[3] 张建平,李丁,林佳瑞,等. BIM 在工程施工中的应用[J]. 施工技术,2012,8(371).

[4] 程建华,王辉. 项目管理中 BIM 技术的应用与推广[J]. 施工技术,2012,8(371).

[5] 易汉青. 基于 BIM 的深化设计管理研究,工程管理学报,2012.

Application of BIM Technology in the Construction of National Nuclear and Radiation Safety Supervision R&D Base Project

Ju Zhu, Ding Yimin, Li Songwei, Liu Zixian, He Binshan

(*China Construction First Building (Group) Co., Ltd., Beijing* 102400, *China*)

Abstract: This project applies the BIM 5D technology, and takes the BIM platform as the core. All specialized models, including civil engineering, mechatronic engineering, steel structure and curtain wall, are integrated on the platform, which, as a carrier, correlates with various construction information of progress, contract, cost, quality, safety, material, etc. The instinct visualized and computable characteristics of BIM models provide valid data supports for the project progress, cost control and material management. The application of BIM technology in this project is mainly during the construction stage, including field simulation, scheme simulation, visualization technical disclosure, construction simulation, schedule checking, material quantity extraction, contract programming, three costs comparison, progress quantity extraction, quality and safety management, etc. These applications have assisted managers in effective decision and precision management in the whole construction management process, so as to achieve the purposes of reducing change of construction project, shortening time, controlling cost, improving the quality.

Key Words: Nuclear Industry; BIM 5D; Construction Management